



**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA-  
AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304**

**PROJETO DE EXECUÇÃO**

**P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES E  
OBRA DE ARTE DOS NÓS**

**P6.5 – PASSAGEM INFERIOR PI38-01**

**REVISÃO 01**

**MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**



**abril 2024**

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA-  
AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304**

**PROJETO DE EXECUÇÃO**

**P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES E  
OBRA DE ARTE DOS NÓS**

**P6.5 – PASSAGEM INFERIOR PI38-01**

**REVISÃO 01**

**MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA**

<b>RVGR-PE-T2-P65-MD-R00</b>					
<b>Versão</b>	<b>Data</b>	<b>Elaborou</b>	<b>Verificou</b>	<b>Aprovou</b>	<b>Descrição de Alterações</b>
00	2023.12.15	DMM	MEG	FMV	Primeira entrega
01	2024.04.24	DMM	MEG	FMV	Revisão Geral

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2**  
**- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA-**  
**AUMENTO DA CAPACIDADE”**

**TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304**

**PROJETO DE EXECUÇÃO**

**REVISÃO 01**

**ÍNDICE GERAL DO PROJETO**

**P01 - TERRAPLENAGENS**

P1.1 - Traçado

P1.1.1 –Traçado Geral

P1.1.2 – Nós de Ligação e Intersecções

P1.1.2.N4 – Nó do Ronção

P1.1.2.N5 – Nó de Melides

P1.1.2.N6 – Nó com a EN261-1

P1.1.2.N7 – Nó com o IC1

P1.1.3 - Restabelecimentos, serventias e caminhos paralelos (tipo I)

P1.2 - Geologia e Geotecnia

PE1.3 - Terraplenagens Gerais

**PE2 - DRENAGEM**

**PE3 - PAVIMENTAÇÃO**

**PE4 - OBRAS ACESSÓRIAS**

PE4.1 – Vedações e Caminhos Paralelos

PE4.2 - Obras de Contenção

PE4.3 - Serviços Afetados

PE4.4 - Canal Técnico Rodoviário

PE4.5 – Iluminação

PE4.8 – Outros projetos complementares (barreiras acústicas e passagens para a fauna)

**PE5 - SINALIZAÇÃO E SEGURANÇA**

P5.1 - Sinalização

P5.2 - Segurança

**PE6 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS - TIPO PASSAGENS SUPERIORES E OBRAS DE ARTE DOS NÓS**

P6.4 - PS 29-01

P6.5 - PI 38-01

P6.6 - PS 43-01

**PE7 - OBRAS DE ARTE INTEGRADAS - TIPO PASSAGENS INFERIORES, AGRÍCOLAS E HIDRÁULICAS ESPECIAIS**

P7.15 - PA30-01

P7.16 - PA31-01  
P7.17 – PA33-01  
P7.18 – PA33-02  
P7.19 – PA34-01  
P7.20 – PA35-01  
P7.21 – PA36-01  
P7.22 – PA37-01  
P7.23 – PA38-02  
P7.24 – PA39-01  
P7.25 – PA40-01  
P7.26 – PA42-01  
P7.27 – PA42-02  
P7.28 – PA44-02  
P7.29 – PA48-01

**PE10 - DIVERSOS**

PE10.1 - Desvios Provisórios de Tráfego

**PE11 - EXPROPRIAÇÕES**

**PE12 - PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE E COMPILAÇÃO TÉCNICA**

PE12.1 - Plano de Segurança e Saúde

PE12.2 - Compilação Técnica

**P13 - RENTABILIDADE ECONÓMICA**

**PE14 - TRABALHOS AUXILIARES**

PE14.1 - Cartografia

PE14.2 - Topografia

PE14.3 - Prospeção Geotécnica Especial

**PE16 - ESTUDOS AMBIENTAIS**

PE16.3 – Estudo de Impacte Ambiental (EIA)

**PE17 - SISTEMA TELEMÁTICA RODOVIARIA (STR)**

**P21 – PLANO DE PREVENÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

**“IP8 (A26) – LIGAÇÃO ENTRE SINES E A A2  
- LANÇO IP8 ENTRE RONÇÃO E GRÂNDOLA -  
AUMENTO DA CAPACIDADE”  
TRECHO 2 – ENTRE O PK 26+850 E O PK 48+304  
PROJETO DE EXECUÇÃO  
REVISÃO 00**

**P06 – OBRAS DE ARTE DO TIPO PASSAGENS SUPERIORES E  
OBRA DE ARTE DOS NÓS  
P6.5 – PASSAGEM INFERIOR PI38-01**

## **ÍNDICE**

### **PEÇAS ESCRITAS**

RVGR-PE-T2-P65-MD-R01	MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
RVGR-PE-T2-P65-CJ-R01	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
RVGR-PE-T2-P65-EGG-R01	ESTUDO GEOLOÓGICO E GEOTÉCNICO

### **PEÇAS DESENHADAS**

RVGR-PE-T2-P65-00-R01	ESBOÇO COROGRÁFICO. PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
RVGR-PE-T2-P65-01-R01	IMPLANTAÇÃO E GEOMETRIA DO TRAÇADO. PLANTA DE IMPLANTAÇÃO E PERFIS LONGITUDINAIS.
RVGR-PE-T2-P65-02-R01	SONDAGENS. PLANTA DE FUNDAÇÕES E CORTE LONGITUDIAL.
RVGR-PE-T2-P65-03-R01	CONJUNTO. PLANTA.
RVGR-PE-T2-P65-04-R01	CONJUNTO. ALÇADOS.
RVGR-PE-T2-P65-05-R01	DIMENSIONAMENTO GERAL. PLANTA DE FUNDAÇÕES E CORTE LONGITUDINAL.
RVGR-PE-T2-P65-06-R01	DIMENSIONAMENTO GERAL. CORTES TRANSVERSAIS E ALÇADOS DOS ENCONTROS. FOLHA 1/2-

RVGR-PE-T2-P65-07-R01	DIMENSIONAMENTO GERAL. CORTES TRANSVERSAIS E ALÇADOS DOS ENCONTROS. FOLHA 2/2-
RVGR-PE-T2-P65-08-R01	BETÃO ARMADO. TABULEIRO E ENCONTROS. FOLHA 1/4.
RVGR-PE-T2-P65-09-R01	BETÃO ARMADO. TABULEIRO E ENCONTROS. FOLHA 2/4.
RVGR-PE-T2-P65-10-R01	BETÃO ARMADO. TABULEIRO E ENCONTROS. FOLHA 3/4.
RVGR-PE-T2-P65-11-R01	BETÃO ARMADO. TABULEIRO E ENCONTROS. FOLHA 4/4.
RVGR-PE-T2-P65-12-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 1
RVGR-PE-T2-P65-13-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 2
RVGR-PE-T2-P65-14-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 3
RVGR-PE-T2-P65-15-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 4
RVGR-PE-T2-P65-16-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 5
RVGR-PE-T2-P65-17-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 6
RVGR-PE-T2-P65-18-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 7
RVGR-PE-T2-P65-19-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 8
RVGR-PE-T2-P65-20-R01	FASEAMENTO CONSTRUTIVO. FASE 9
RVGR-PE-T2-P65-21-R01	PORMENORES. FOLHA 1/2.
RVGR-PE-T2-P65-22-R01	PORMENORES. FOLHA 2/2.

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>ELEMENTOS BASE</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL</b> .....	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>CONDICIONAMENTOS E REQUISITOS</b> .....	<b>12</b>
4.1	CONDICIONAMENTOS RODOVIÁRIOS .....	12
4.2	CONDICIONAMENTOS TOPOGRÁFICOS .....	12
4.3	CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS .....	13
4.3.1	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA.....	13
4.3.2	ZONAMENTO GEOTÉCNICO .....	13
4.3.3	PARÂMETROS GEOTÉCNICOS .....	13

4.4	CONDICIONAMENTOS HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM .....	14
4.5	SERVIÇOS AFETADOS .....	14
4.6	REGULAMENTARES .....	14
4.6.1	BARREIRAS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA .....	14
4.6.2	PASSEIO/PASSADIÇO .....	14
4.6.3	GUARDA-CORPOS .....	15
4.6.4	GABARIT .....	15
4.7	CONDICIONAMENTOS CONSTRUTIVOS.....	15
4.8	CONDICIONAMENTOS RELATIVOS À DURABILIDADE.....	15
4.9	CONDICIONAMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE .....	15
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL PROPOSTA.....</b>	<b>16</b>
5.1	TABULEIRO .....	16
5.2	ENCONTROS .....	16
5.3	MUROS DE AVENIDA .....	16
5.4	LAJES DE TRANSIÇÃO .....	16
5.5	PROCESSO CONSTRUTIVO .....	17
5.6	PROCESSO DE DEMOLIÇÃO DA PASSAGEM INFERIOR A SUBSTITUIR.....	22
<b>6</b>	<b>MATERIAIS ESTRUTURAIS .....</b>	<b>24</b>
6.1	BETÃO.....	24
6.2	AÇO .....	24
6.3	CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO.....	24
<b>7</b>	<b>ACABAMENTOS .....</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA .....</b>	<b>26</b>
8.1	QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES .....	26
8.2	COMBINAÇÕES DE AÇÕES .....	26
8.3	CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA.....	27
8.3.1	ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS .....	27
8.3.2	ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO .....	27
8.3.3	VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES .....	28

## ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA PI 38-01 SOBRE A CARTA MILITAR.....	8
FIGURA 2 – FASE CONSTRUTIVA 1. ....	17
FIGURA 3 – FASE CONSTRUTIVA 2. ....	18
FIGURA 4 – FASE CONSTRUTIVA 3. ....	18
FIGURA 5 – FASE CONSTRUTIVA 4. ....	19
FIGURA 6 – FASE CONSTRUTIVA 5. ....	19
FIGURA 7 – FASE CONSTRUTIVA 6. ....	20
FIGURA 8 – FASE CONSTRUTIVA 7. ....	20
FIGURA 9 – FASE CONSTRUTIVA 8. ....	21
FIGURA 10 – FASE CONSTRUTIVA 9 – SOLUÇÃO DEFINITIVA.....	21

## ÍNDICE TABELAS

TABELA 1 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PROPOSTOS.....	13
TABELA 2 – QUADRO DE MATERIAIS.....	24
TABELA 3 – VALORES MÁXIMOS DA LARGURA DE FENDAS EM FUNÇÃO DA CLASSE DE EXPOSIÇÃO .....	27



## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde à memória descritiva e justificativa do projeto de execução de uma passagem inferior, denominada PI 38-01, incluída no Trecho 2 (entre o pk 26+850 e o pk 48+304) do projeto geral de Aumento de Capacidade do IP8 (A26) – Ligação entre Sines e a A2, Lanço IP8 entre Roncão e Grândola.

Trata-se de uma passagem inferior localizada ao km 38+069.102 do IP8/IC33, inserida no Nó de Melides (Nó 5), permitindo o cruzamento desnivelado deste com a via principal. A intersecção das diretrizes faz-se ao km 0+173,443 do restabelecimento 38-01, com um viés de 99,35 graus.

Na figura seguinte apresenta-se a localização da obra de arte, sobre a carta militar.

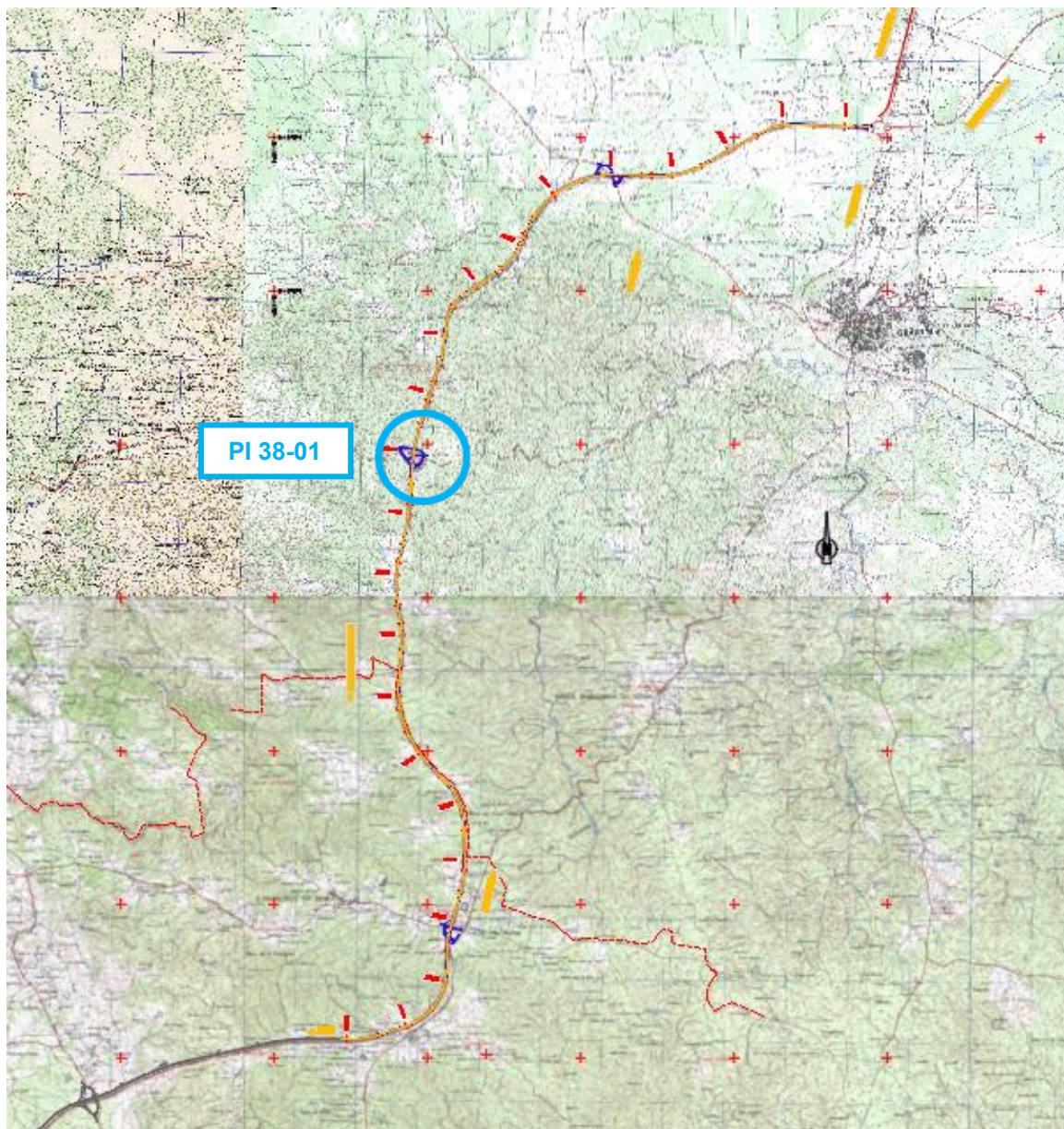


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA PI 38-01 SOBRE A CARTA MILITAR

Com o desenvolvimento do projeto, procurou-se uma conceção geral de soluções estruturais e processos construtivos que, respeitando todos os condicionamentos identificados ao longo desta fase e das anteriores, otimize os aspetos de funcionalidade, qualidade, custos e prazos de execução, com os consequentes benefícios para o Dono da Obra.

Na conceção global das estruturas e no seu dimensionamento, consideraram-se, para além dos aspetos da segurança estrutural e economia, os conhecimentos e as indicações, em termos de qualidade do comportamento estrutural e de durabilidade.

Tendo por base o Caderno de Encargos e o enquadramento regulamentar e normativo aplicável, descrevem-se nos pontos seguintes de forma detalhada os elementos base utilizados no desenvolvimento deste projeto de execução, a regulamentação adotada, os condicionamentos e requisitos relevantes, as soluções estruturais e de faseamento construtivo adotadas para a passagem inferior em análise, bem como os materiais e acabamentos especificados e os critérios utilizados nas verificações de segurança.

## 2 ELEMENTOS BASE

Os principais elementos de base utilizados no desenvolvimento deste projeto de execução, foram os seguintes:

- Projeto de execução de Traçado, desenvolvido por Engimind, com data de dezembro 2023;
- Volume de Cartografia, P14.1, à escala 1:1000, que serviram de base ao estudo do traçado da via e respetivos restabelecimentos, desenvolvidos por Viamapa, com data de dezembro 2023;
- Volume de Topografia, P14.2, desenvolvido por Viamapa, com data de dezembro 2023;
- Estudo Geológico e Geotécnico desenvolvido por GEO2E, com data de dezembro 2023;
- Elementos patenteados no processo de contratação da IP, nomeadamente, Nota Técnica das Infraestruturas de Portugal: P07 – Obras do Tipo Passagens Inferiores, Agrícolas e Hidráulicas Especiais;
- Outros elementos e informação considerada no desenvolvimento do estudo.

### 3 NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Foram adotados os critérios de verificação da segurança preconizados na regulamentação portuguesa de estruturas.

Os Eurocódigos integram a maioria das normas e recomendações existentes, pelo que foram considerados como as principais diretivas para definição de ações e critérios de dimensionamento.

Assim, no desenvolvimento dos estudos e projetos foi observado o estipulado na seguinte regulamentação:

a) Normas Europeias e Eurocódigos Estruturais (utilizar a versão em vigor):

- NP EN 1990: 2009 - "Eurocódigo 0 – Bases para o projeto de estruturas";
- EN 1990: 2005 - "Eurocode 0 - Basis of Structural Design – Annex A2 - Application for Bridges";
- NP EN 1991-2: 2017 - "Eurocódigo 1 – Ações em Estruturas - Parte 2 – Ações de Tráfego em Pontes.";
- NP EN 1992-1-1: 2010 - "Eurocódigo 2: Projeto de estruturas de betão - Parte 1.1: Regras gerais e regras para edifícios";
- NP EN 1992-2: 2018 - "Eurocódigo 2 – Projeto de Estruturas de betão - Parte 2 – Pontes de betão: Projeto e Disposições Construtivas";
- NP EN 1997-1: 2010 – "Eurocódigo 7: Projeto geotécnico – Parte 1: Regras gerais";
- NP EN 1998-1: 2010 e anexos – "Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 1: Regras gerais, ações sísmicas e regras para edifícios";
- EN 1998-2: 2005 – "Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance – Part 2: Bridges";
- NP EN 1998-5: 2010 – "Eurocódigo 8: Projeto de estruturas para resistência aos sismos – Parte 5: Fundações, estruturas de suporte e aspetos geotécnicos.

b) Regulamentação Nacional (no omissão em relação aos Eurocódigos estruturais):

- NP EN206-1-2007 – Betão - Desempenho, especificação, produção e conformidade e a especificação do LNEC E 378, bem como a NP ENV 13670:2011 e Anexos – "Execução de Estruturas em Betão – Parte 1 – Regras Gerais", em consonância com o Decreto-Lei nº 301/2007 de 23 de Agosto, sendo ainda cumpridas as especificações LNEC E 464-2007 e LNEC E 465-2007.

c) Bibliografia:

- Bowles, J. "Foundation Analysis and Design" – McGraw Hill, 1996;
- Mineiro, António J.C. - "Curso de Mecânica dos Solos e Fundações" - IST.

## 4 CONDICIONAMENTOS E REQUISITOS

Na definição das soluções, foi tido em conta o processo construtivo, a facilidade de execução, a durabilidade da obra, os custos de construção e de manutenção, interferências com o funcionamento das vias e a integração estética.

Nos pontos seguintes apresentam-se os principais condicionamentos e requisitos a considerar no desenvolvimento do projeto da presente passagem inferior, indicando-se a *itálico* as transcrições do Caderno de Encargos e estudos complementares listados como elementos base.

### 4.1 CONDICIONAMENTOS RODOVIÁRIOS

No desenvolvimento do projeto da obra de arte, foram tidos em conta os elementos do traçado rodoviário, no que se refere à diretriz e perfil longitudinal da via principal e do restabelecimento.

As obras acompanham e respeitam a diretriz, rasante e perfis transversais definidos no traçado.

O ponto de intersecção do eixo da via principal com o eixo do restabelecimento tem as seguintes coordenadas: M= -41 983,737 e P= -163 109,341.

Em termos de perfil transversal, o trecho 2 do IP8, na PI 38-01 (Nó de Melides) tem as seguintes características:

- Faixa de rodagem (sentido Grândola - Sines): .....  $2 \times 3,75 + 3,50 = 11,00$  m
- Faixa de rodagem (sentido Sines - Grândola): .....  $2 \times 3,75 + \text{Var.} = 7,50$  m + Var.
- Bermas exteriores.....  $2 \times 2,50 = 5,00$  m
- Bermas interiores.....  $2 \times 1,00 = 2,00$  m
- Separador Central (*new jersey*)..... = 0,60 m
- TOTAL ..... = 26,10 m + Var.

O perfil transversal do restabelecimento 38-1 tem as seguintes características:

- Faixa de rodagem (sentido Grândola-EN 241-1 - Melides) ..... = 4,00 m
- Faixa de rodagem (sentido Melides - Grândola-EN 241-1) ..... = 4,00 m
- Bermas exteriores.....  $2 \times 2,50 = 5,00$  m
- Bermas interiores.....  $2 \times 1,00 = 2,00$  m
- Separador Central (*new jersey*)..... = 0,60 m
- TOTAL ..... = 15,60 m

### 4.2 CONDICIONAMENTOS TOPOGRÁFICOS

Os condicionamentos Topográficos e Geométricos são os que resultam da orografia do terreno e da geometria de obstáculos de diversa ordem na área de implantação de cada obra.

O estudo baseia-se na cartografia à escala 1:1000 e topografia à escala 1:500, realizadas para o desenvolvimento do projeto.

#### 4.3 CONDICIONAMENTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

Foi considerado como base o Estudo Geológico e Geotécnico desenvolvido por Nuno Lima, com data de dezembro 2023, seguindo-se uma breve transcrição desse estudo, desenvolvido especificamente para a PI 38-01.

##### 4.3.1 CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

*Do ponto de vista geológico, o traçado em estudo desenvolve-se entre a Orla Mesocenozóica Ocidental e a Zona Sul Portuguesa.*

*De acordo com a carta geológica, na escala 1/50.000, Folha 42-A de Grândola, apoiada pela cartografia geológica de campo realizada, verifica-se que a passagem inferior em estudo interfere com a seguinte unidade litoestratigráfica:*

- *Paleozóico:*
  - *Carbónico:*
    - ***H<sub>Mt</sub> – Formação de Mértola:*** *A Formação de Mértola está inserida no Grupo Flish do Baixo Alentejo, sendo composta por grauaques grosseiros cinzentos acastanhados em bancadas decimétricas a métricas com intercalações de xistos, xistos argilosos a ardosíferos. Pontualmente foram detetados veios de quartzo de exsudação.*

##### 4.3.2 ZONAMENTO GEOTÉCNICO

###### 4.3.2.1 ZONA GEOTÉCNICA 2 (ZG2)

*A Zona Geotécnica 2 corresponde aos materiais de aterro existentes no lado oeste da obra de arte.*

###### 4.3.2.2 ZONA GEOTÉCNICA 1 (ZG1)

*A Zona Geotécnica 1, corresponde aos materiais de alteração da Formação de Mértola, compostos por xistos e grauaques muito alterados (W4) e com fraturação F4-5.*

##### 4.3.3 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS

*Com base no exposto anteriormente apresenta-se na Tabela seguinte os parâmetros geotécnicos estimados para os materiais das diferentes zonas geotécnicas definidas.*

TABELA 1 – PARÂMETROS GEOTÉCNICOS PROPOSTOS.

Zona Geotécnica	Descrição	N <sub>SPT</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$ (°)	C (kPa)'	E (MPa)
ZG2	Materiais de aterro (At)	-	20	22	0	20
ZG1	Xisto-gravaque muito alterado a decomposto (H <sub>Mt</sub> )	-	22	46	30	300

#### 4.4 CONDICIONAMENTOS HIDRÁULICOS E DE DRENAGEM

Foram tidos em consideração os condicionamentos que decorrem da natural necessidade de garantir a adequada drenagem das águas incidentes no tabuleiro ou que a ele afluem, bem como no tardo de estruturas de contenção e encontros.

O tabuleiro é dotado dos dispositivos de drenagem necessários para evitar que se formem sobre ele toalhas de água nocivas tanto à conservação como à circulação rodoviária.

As águas que afluem ao longo do aterro, junto aos muros de avenida, são escoadas para as valetas do restabelecimento através de caleiras em meia cana ligadas a caixas de receção e de ligação às valetas.

#### 4.5 SERVIÇOS AFETADOS

Os serviços afetados estão incluídos no Volume PE4.3 – Serviços afetados, e listam os diversos serviços e infraestruturas que poderão ser afetados com a realização da obra.

Nos passeios desta Obra de Arte são contempladas tubagens para futuros serviços, tendo sido adotados em ambos os passeios 3 tubos de PVC Ø110 e 1 tritubo de PVC Ø40.

Foi também colocado um tubo Ø63 ao longo dos passeios com candeeiros, para a instalação dos cabos de alimentação de energia.

#### 4.6 REGULAMENTARES

##### 4.6.1 BARREIRAS DE SEGURANÇA RODOVIÁRIA

As barreiras de segurança foram dimensionadas de acordo com os critérios definidos no Manual de Aplicação do INIR relativo a “Sistemas de Retenção Rodoviários – Disposições Normativas”.

Foram consideradas barreiras de segurança do tipo “ASC-H2P30-SPM (A1)”, com nível de segurança de retenção H2 e largura de deformação W2 ( $\leq 0,80$  m). A altura do passeio é compatível com a barreira de segurança considerada.

##### 4.6.2 PASSEIO/PASSADIÇO

Por se tratar de uma Passagem Inferior, a largura útil do passeio técnico é de aproximadamente 0,70 m, acrescido de largura para a instalação de candeeiros, garantido a largura de deformação da barreira de segurança de 0,80 m.

Os passeios são sobrelevados em relação à face superior dos tabuleiros, preenchidos com betão de agregados leves entre o lancil de apoio do perfil de segurança e a viga de bordadura pré-fabricada e a sua superfície é inclinada 2% para o interior dos tabuleiros.

As dimensões dos passeios estão compatibilizadas com a deformação estimada para as barreiras de segurança.

#### 4.6.3 GUARDA-CORPOS

Mesmo tratando-se de uma Passagem Inferior onde não se prevê a circulação de peões, por motivos de uniformização, adotaram-se guarda-corpos com 1,10m de altura e que cumprem o disposto na NP 4491-2009 e especificação LNEC E 470-2005.

#### 4.6.4 GABARIT

O “Gabarit” mínimo disponível é de 5,52 m, superior ao mínimo a garantir de 5,50 m, medido entre o limite da berma, no ponto mais desfavorável, e a face inferior do tabuleiro.

#### 4.7 CONDICIONAMENTOS CONSTRUTIVOS

Os condicionamentos construtivos são os que resultam da proximidade de estruturas existentes, vias rodoviárias em serviço, ou resultantes da geometria da própria obra, respetiva altura ao solo ou outros aspetos, sendo a sua consideração fundamental na conceção da obra e definição do faseamento construtivo.

Na definição da solução apresentada, foi tida em conta a proximidade ao atual IP8 e demais vias em serviço e a necessidade de manter aquelas vias em funcionamento ou definir caminhos alternativos.

A solução desenvolvida recorre a processos construtivos correntes, económicos e que permitem manter a circulação rodoviária na via, com desvios de tráfego quando necessário.

Foi desenvolvida uma solução em betão armado betonado “in situ”, formada por uma laje maciça ligada monoliticamente a dois encontros formados por cortinas de estacas moldadas.

#### 4.8 CONDICIONAMENTOS RELATIVOS À DURABILIDADE

Na definição dos materiais e recobrimentos das armaduras, foi considerado um período de vida útil de 100 anos.

#### 4.9 CONDICIONAMENTOS DE SEGURANÇA E SAÚDE

A necessidade de conceber soluções que incorporem a prevenção de riscos está interiorizada por toda a equipa de projeto, no conhecimento das especificações do Caderno de Encargos, da legislação aplicável e dos documentos orientadores da IP.



## 5 DESCRIÇÃO E JUSTIFICAÇÃO DA SOLUÇÃO ESTRUTURAL PROPOSTA

A passagem inferior PI 38-01 desenvolve-se no nó de Melides (nó 5) entre os kms 38+058.402 e 38+079.802 do Trecho 2 do IP8 e permite o cruzamento desnivelado da via principal com o restabelecimento 38-01, com um viés de 99,35 gr.

A solução estrutural desenvolvida consiste num tabuleiro em betão armado, betonado “in situ”, com um único vão de 21,40 m e largura variável, rigidamente ligado aos encontros.

### 5.1 TABULEIRO

A secção transversal do tabuleiro, com largura máxima de 33,0 m e largura mínima de 32,29 m, é constituída por uma laje maciça de betão armado, com espessura constante de 1,10 m, terminando em consolas de espessura variável. A espessura das consolas, com 1,85 m de vão, varia entre 0,20 m na extremidade e 0,30 m na ligação à laje.

O comprimento do vão do tabuleiro foi condicionado pela largura da secção transversal e pelas dimensões das valetas do restabelecimento e pela largura mínima livre necessária à deformação das barreiras de segurança.

A largura do tabuleiro foi definida em função da secção transversal do IP8, das dimensões dos guarda-corpos, das guardas de segurança e da largura mínima dos passeios.

### 5.2 ENCONTROS

Os encontros são formados por uma cortina de estacas moldadas, com 1,00 m de diâmetro, afastadas, em geral, de 1,50 m entre eixos e que irão funcionar como estrutura de contenção de terras e de apoio do tabuleiro. A ligação entre o tabuleiro e as estacas é feita através de uma viga estribo com 1,40 m de largura e altura variável.

### 5.3 MUROS DE AVENIDA

À semelhança dos encontros, os muros de avenida são também formados por uma cortina de estacas, com 1,00 m de diâmetro, afastadas de 1,50 m entre eixos, ligadas na parte superior por um maciço em betão armado com 1,40 m de largura e altura variável.

### 5.4 LAJES DE TRANSIÇÃO

As lajes de transição de ambos os lados da obra de arte têm uma espessura de 0,25 m e são articuladas na consola saliente das faces de tardo das vigas estribo. Em planta, a área das lajes de transição corresponde à delimitada pelas faixas de rodagem acrescidas das bermas conforme perfil transversal definido anteriormente e pelo seu comprimento, que é de 5 metros.

## 5.5 PROCESSO CONSTRUTIVO

A PI 38-01 irá substituir uma passagem inferior, que se encontra a cerca de 20 m, e que será demolida. Na definição do processo construtivo, foi necessário prever o escoamento do tráfego que circula no IP8 e no restabelecimento que passa pela PI a demolir. A demolição desta obra só será feita depois da construção da PI 38-01 e da execução do restabelecimento sob a PI. A circulação no IP8 deverá ser feita de forma alternada, em cada sentido, durante algumas fases da obra.

A Entidade Executante terá de apresentar um Planeamento dos Trabalhos antes do início dos mesmos, sujeito à aprovação da Fiscalização, com a indicação do faseamento construtivo, medidas de proteção, travamentos e escoramentos a executar na obra a demolir, equipamento a utilizar e sistema de remoção de entulhos, incluindo a respetiva justificação em termos de Segurança das estruturas.

A Entidade Executante terá também de apresentar o Projeto de Escavação e de Contenções Provisórias, que terá de ser aprovado pela fiscalização, antes de se iniciarem os trabalhos de demolição.

O faseamento construtivo proposto, tanto para a construção da obra nova, como para a demolição da obra a substituir, encontra-se definido nas peças desenhadas e consiste no seguinte:

1. Desmatação do terreno e limpeza do local dos trabalhos;
2. Execução das estacas, conforme representado na Figura 2;

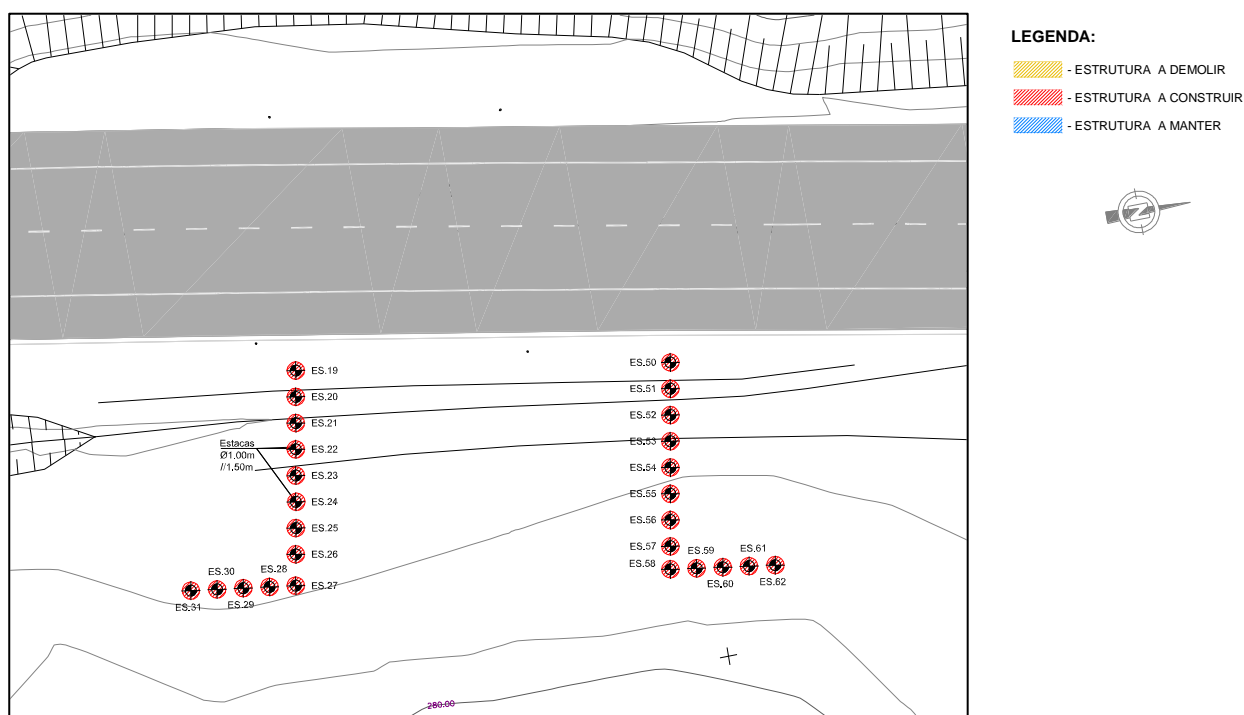


FIGURA 2 – FASE CONSTRUTIVA 1.

3. Execução das vigas de estribo, tabuleiro e lajes de transição, conforme representado na Figura 3;

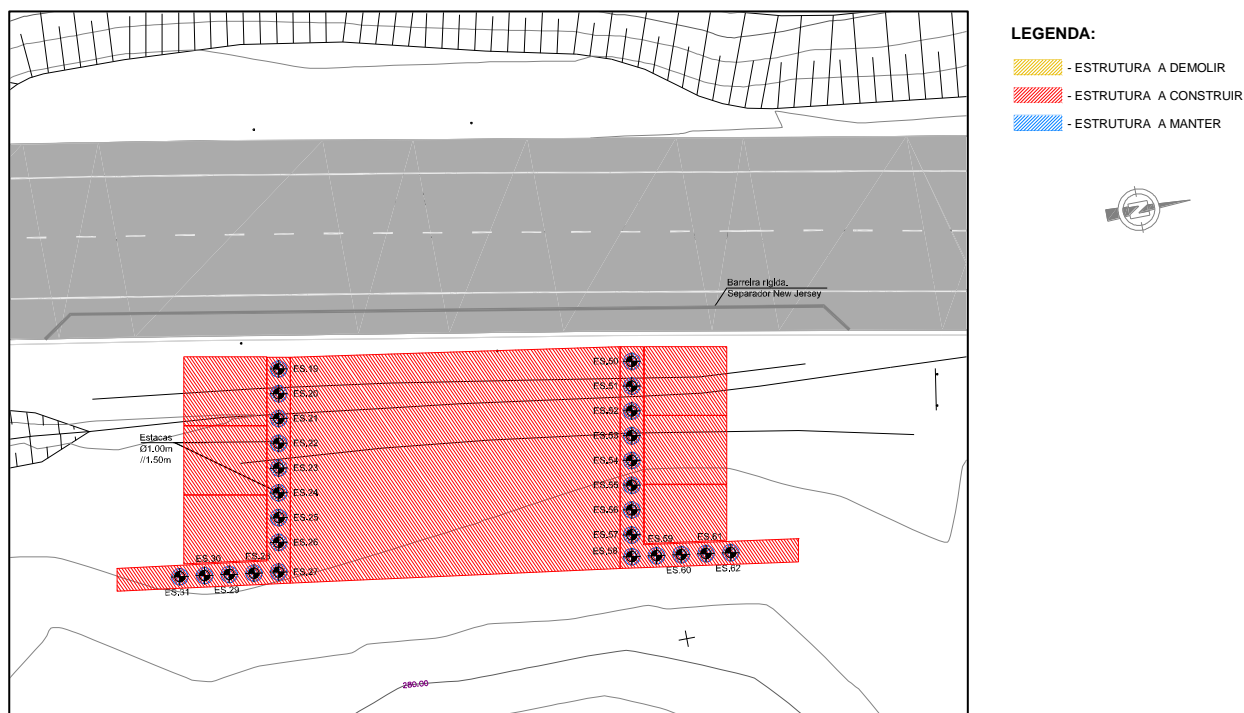


FIGURA 3 – FASE CONSTRUTIVA 2.

4. Basculamento do tráfego da plena via, no sentido Sines - Grândola, para a via oeste. Nesta fase, a circulação far-se-á, nos dois sentidos, de forma alternada, pela via oeste;
5. Execução das estacas, conforme representado na Figura 4:

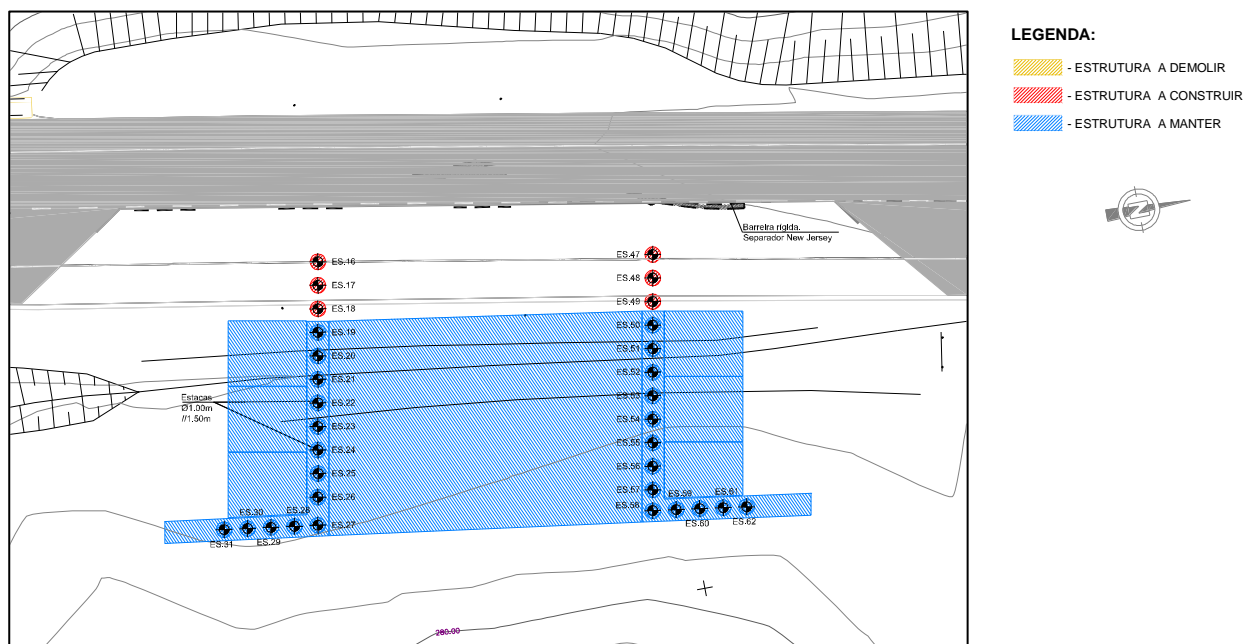


FIGURA 4 – FASE CONSTRUTIVA 3.

6. Execução das vigas de estribo, tabuleiro e lajes de transição, conforme representado na Figura 5.

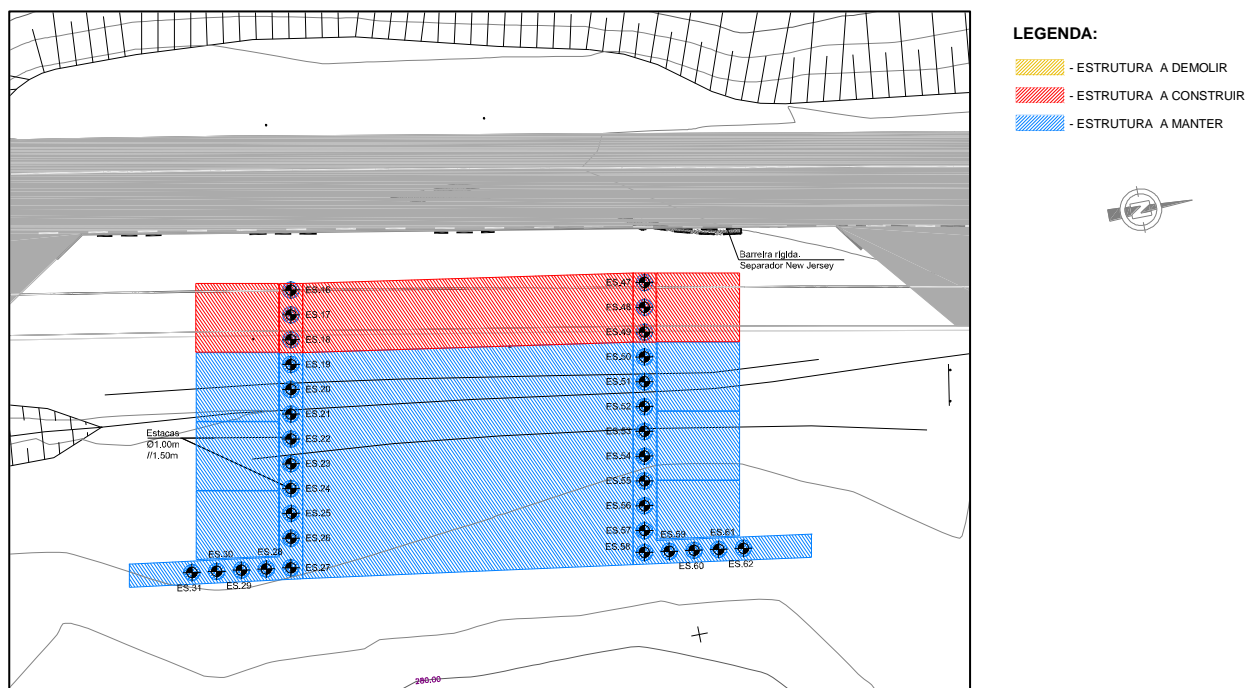


FIGURA 5 – FASE CONSTRUTIVA 4.

7. Movimento de terras da ampliação e do pavimento da plena via sobre a obra, do lado este.
8. Basculamento do tráfego do IP8 para a via do lado este.
9. Execução das restantes estacas, conforme representado na Figura 6.

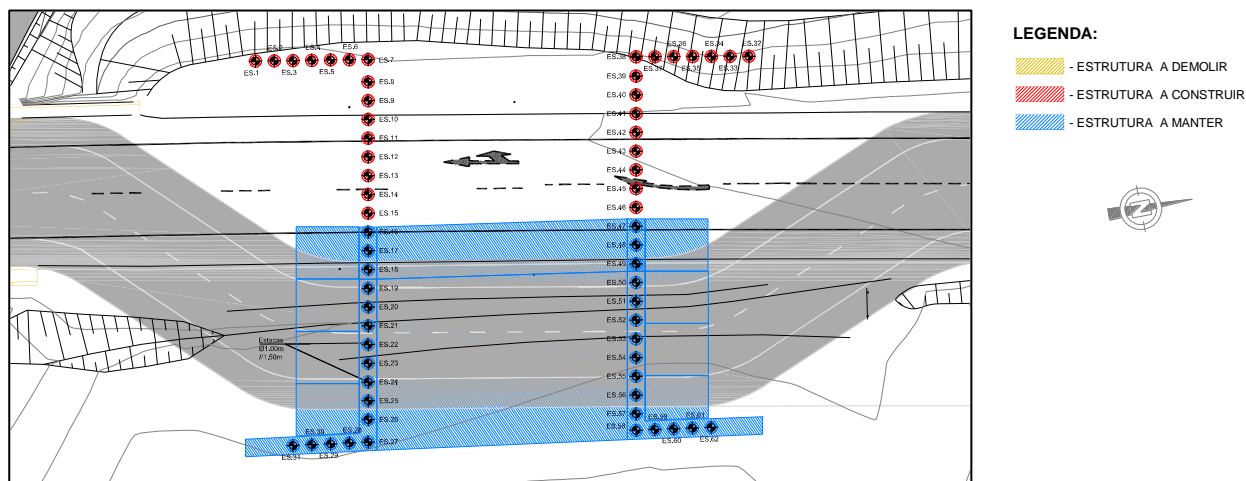


FIGURA 6 – FASE CONSTRUTIVA 5.

10. Conclusão da execução das vigas de estribo, tabuleiro e lajes de transição, conforme representado na Figura 7.

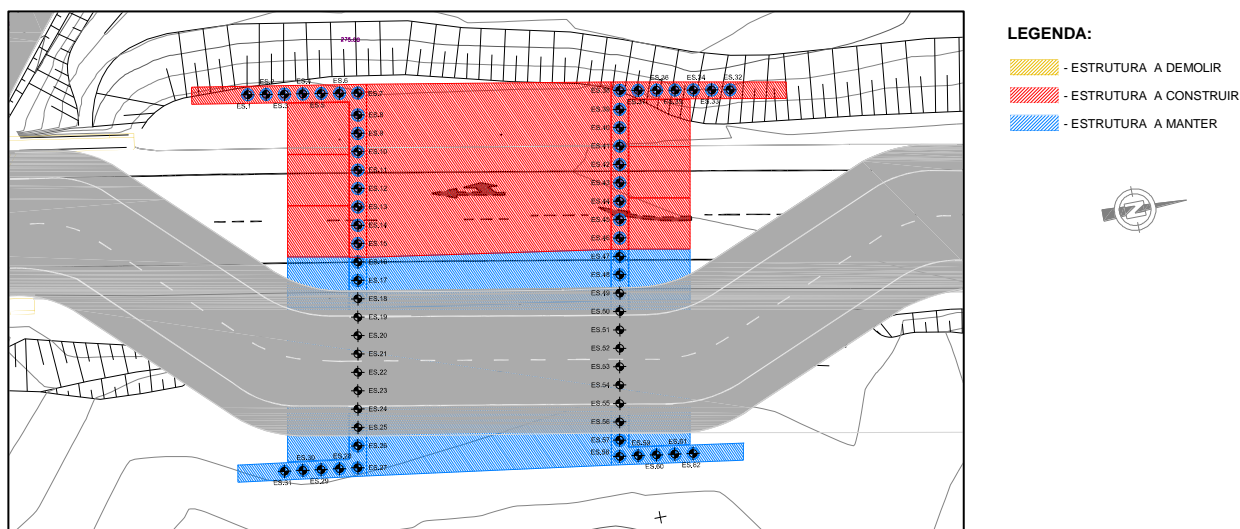


FIGURA 7 – FASE CONSTRUTIVA 6.

11. Escavação no interior da PI 38-01, e construção da restabelecimento do nó, sob a obra de arte. Nesta fase, o tráfego do nó será feito pela nova via.
12. Execução do movimento de terras da ampliação do IP8 e do pavimento do lado este da plena via. A partir desta fase, irá começar a demolição da obra a substituir.
13. Basculamento do tráfego do IP8, no sentido Grândola - Sines, para a via oeste.

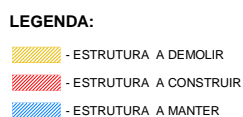
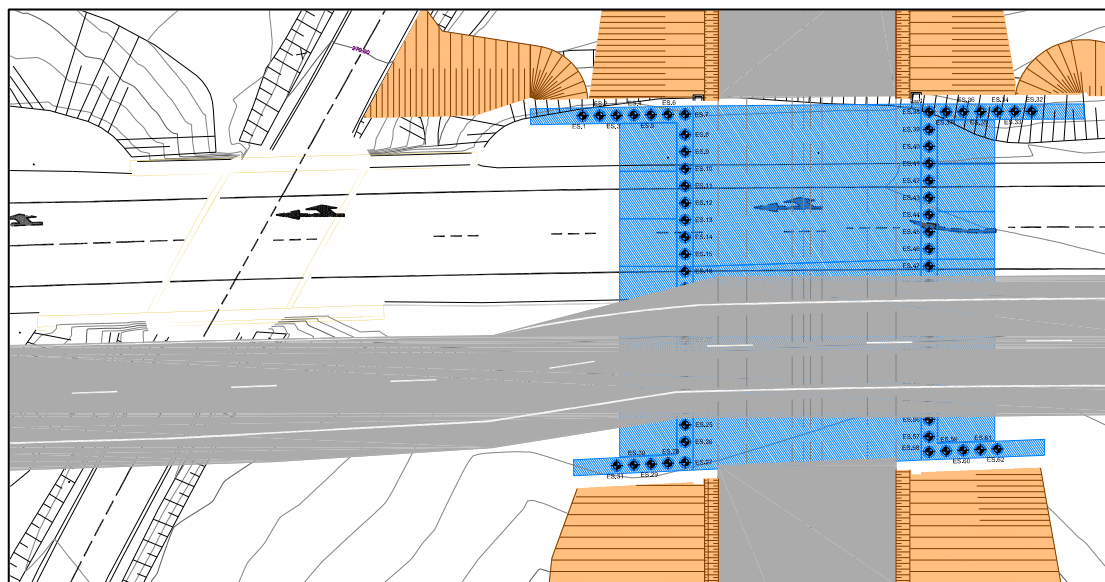
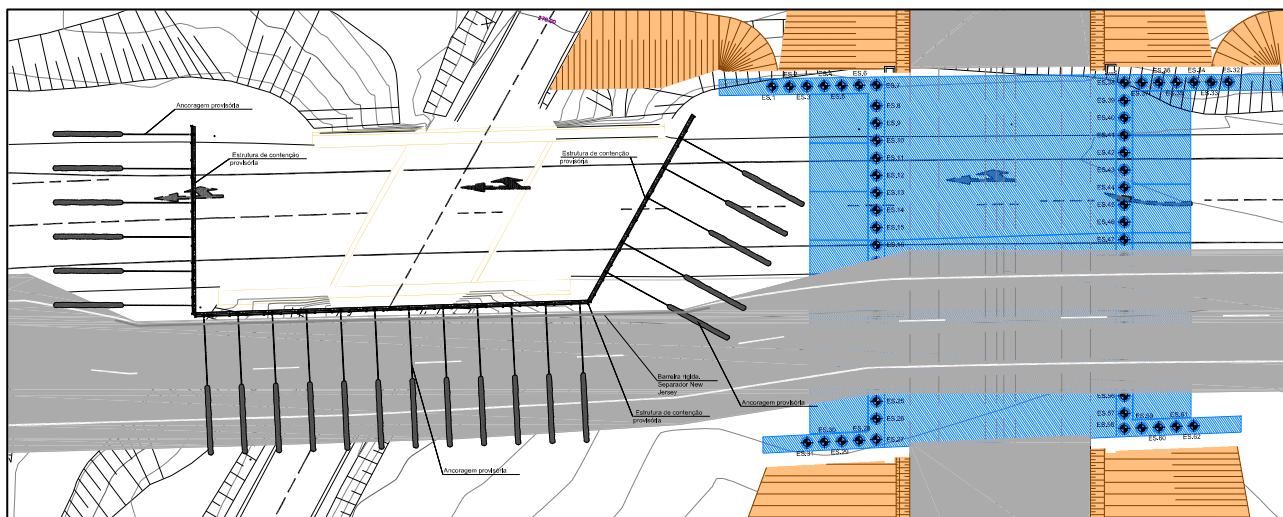


FIGURA 8 – FASE CONSTRUTIVA 7.

14. Execução de contenção provisória conforme indicado na Figura 9.
15. Escavação do aterro rodoviário e demolição da obra a substituir, incluindo carga, transporte e colocação em vazadouro. O processo de execução das demolições encontra-se descrito no capítulo 5.6;

16. Re-aterro da zona demolida e remoção da estrutura de contenção provisória.

17. Reposição do pavimento do IP8, até à construção do alargamento da plena via.



**LEGENDA:**

- ESTRUTURA A DEMOLIR
- ESTRUTURA A CONSTRUIR
- ESTRUTURA A MANTER



FIGURA 9 – FASE CONSTRUTIVA 8.

18. Execução do novo traçado do IP8 e do nó.

19. Colocação das barreiras de segurança na plena via e no nó, implantação, fornecimento e colocação de marcas rodoviárias, incluindo pré-marcação e conclusão da obra.

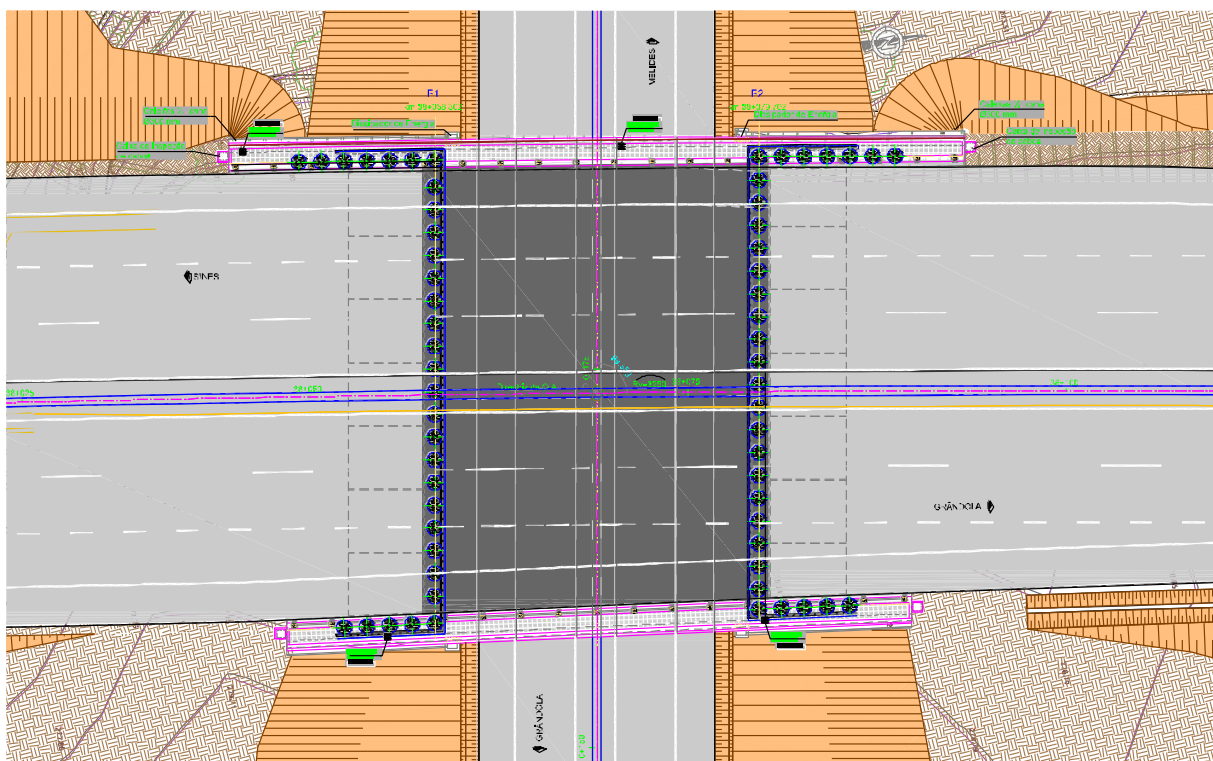


FIGURA 10 – FASE CONSTRUTIVA 9 – SOLUÇÃO DEFINITIVA.

## 5.6 PROCESSO DE DEMOLIÇÃO DA PASSAGEM INFERIOR A SUBSTITUIR

Os trabalhos de demolição previstos deverão revestir-se de especial cuidado pelos riscos que lhe estão associados.

Os trabalhos de demolição só poderão ter início depois de assegurado que:

- A área de demolição está sinalizada e vedada;
- Eventuais zonas perigosas para lá da vedação estão protegidas com barreiras;
- Os elementos devem ser escorados antes de se começarem os trabalhos de demolição.
- O estado de conservação da obra deverá ser inspecionado, de modo a identificar possíveis mecanismos de instabilidade durante a demolição.
- Sempre que os trabalhadores tenham de atuar em locais que apresentem riscos de queda, devem esses mesmos locais ter proteções coletivas, como guarda-corpos e palas de proteção. Na sua impossibilidade, ou tratando-se de trabalhos excecionais, de duração tão curta que tiram sentido à instalação de proteções coletivas, devem utilizar-se cintos de segurança e arneses de proteção, entre outros equipamentos.

Deverá ser seguido o seguinte processo de execução;

1. Inspeção da obra e avaliação do seu estado de conservação. Nesta fase, deverão ser avaliados possíveis mecanismos de instabilidade da obra durante a demolição.
2. Demolição do tabuleiro.
3. Demolição dos encontros e respetivas fundações.
4. Preenchimento do local com aterro, até à cota do terreno natural.

Nos trabalhos de demolição, deverão ser seguidos os seguintes princípios:

- O processo de demolição deverá ser faseado, não devendo ser demolido nenhum elemento estrutural sem que antes tenham sido retiradas as ações nele aplicadas, ou recorrendo a escoramentos provisórios que garantam a sua estabilidade.
- A execução de trabalhos em simultâneo não poderão sobrepor-se fisicamente.
- Não é permitido lançar ou deixar cair materiais. Sempre que necessário, os resíduos deverão ser retirados com recurso a meios mecânicos de elevação.
- Os elementos verticais a demolir deverão ser escorados de modo a garantir a sua estabilidade para as ações horizontais.
- No local da obra, os resíduos deverão ser acondicionados em local próprio e separados em função da sua natureza.
- Sempre que possível os resíduos provenientes da demolição deverão ser reciclados.

- Os resíduos provenientes das demolições deverão ser encaminhados para centros de tratamento de resíduos ou para aterros adequados à sua natureza.



## 6 MATERIAIS ESTRUTURAIS

Os materiais a utilizados são os indicados em seguida. Os valores correspondentes às respetivas características serão os constantes na NP EN 206-1 e no Eurocódigo 2.

### 6.1 BETÃO

TABELA 2 – QUADRO DE MATERIAIS

Elemento	Classe de Resistência	Classe de Exposição	Teor de Cloretos	Dmax (mm)	Classe Consist.	Rec. (cm)
Estacas de Fundação	C 30/37	XC2	Cl 0.40	D22	S4	7.5
Restantes elementos	C 30/37	XC4	Cl 0.40	D22	S3	5.0
Regularização de fundações e enchimentos	C 16/20	X0	Cl 1.0			

### 6.2 AÇO

- Aço para armaduras ordinárias da classe A500 NR SD de ductilidade especial de acordo com a especificação E460:2017 / EN 10080:2005.

### 6.3 CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE BETÃO

- Vida Útil da Estrutura (NP EN 206-1 - DNA 5.3.1): Categoria 5 (100 anos)
- Classe Estrutural (EC 2): S6
- Classe de Inspeção (NP EN 13670-1 – Quadro G.1): 2

## 7 ACABAMENTOS

O principal acabamento da passagem inferior é o betão à vista descofrado. As superfícies de betão em contacto com o solo serão impermeabilizadas por aplicação de duas demãos cruzadas de emulsão betuminosa.

O extradorso do tabuleiro tem as inclinações transversal e longitudinal adequadas ao traçado viário e recebe diretamente a camada de regularização e de desgaste com 0,08 m de espessura total, constante.

As guardas de segurança são metálicas, galvanizadas a quente.

Os guarda-corpos serão metálicos e metalizados, com 1,1 m de altura, assentes sobre uma viga de bordadura pré-fabricada que dará um remate ao tabuleiro da obra.

Os passeios são materializados em betão e no seu interior ficam instaladas as tubagens do canal técnico, ligados nas extremidades a caixas de visita.

O enchimento dos passeios é feito com betão de agregados leves, possuindo superiormente um acabamento em argamassa esquadrelada com 0,03 m de espessura, sendo rematado de um lado pela viga de bordadura e do outro pelo lancil de apoio da guarda de segurança.

As descidas de taludes das águas pluviais são feitas através de meias canas em betão com diâmetro  $\phi$  300. Na base, a receção faz-se através de caixas de ligação das caleiras de taludes à valeta.

## 8 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

Os critérios de dimensionamento adotados baseiam-se nos Eurocódigos, tanto para a definição das ações como para os critérios de verificação de segurança estrutural. Apesar da descrição de forma sumária nos pontos seguintes, estes critérios encontram-se discriminados em detalhe no volume de Cálculos Justificativos que se considera o documento efetivo de referência para estas definições.

### 8.1 QUANTIFICAÇÃO DAS AÇÕES

Para a determinação e quantificação das ações de dimensionamento consideram-se os critérios de avaliação de segurança preconizados pelas normas europeias e regulamentação nacional no omissa em relação à regulamentação europeia.

As referidas ações e seus valores característicos encontram-se definidos em detalhe no volume de Cálculos Justificativos.

Foram devidamente consideradas todas as ações permanentes, variáveis e acidentais aplicáveis em termos regulamentares, nomeadamente:

- Peso Próprio;
- Restantes Cargas Permanentes;
- Retração e Fluência do Betão;
- Sobrecargas rodoviárias;
- Variação Uniforme de Temperatura;
- Variação Diferencial de Temperatura;
- Ação Sísmica;
- Impulsos de terras;
- Ações de Acidente.

### 8.2 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

As combinações de ações baseiam-se nas regras dispostas no anexo A2 (2005) da NP EN 1990:2009, tal como descrito em detalhe no volume Cálculos Justificativos.

Foram consideradas as seguintes combinações de ações:

- Combinações fundamentais;
- Combinações acidentais;
- Combinações características;
- Combinações frequentes;
- Combinações quase permanentes;

Os coeficientes parciais de segurança aplicados são os definidos na NP EN1990.

### 8.3 CRITÉRIOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA

A análise da estrutura submetida às ações regulamentares, foi efetuada por métodos matemáticos realizados em computador através de programas de cálculo estruturais automáticos em que se modelaram as estruturas. A partir destes modelos são determinados os esforços atuantes para as várias ações.

Os esforços resistentes são, em geral, determinados a partir de folhas de cálculo ou, em alternativa, a partir de programas de cálculo automático.

A segurança dos elementos estruturais é verificada em relação aos estados limites últimos de rotura e aos estados limites de utilização, de acordo com os critérios descritos em detalhe no volume dos Cálculos Justificativos.

#### 8.3.1 ESTADOS LIMITES ÚLTIMOS

A verificação da segurança aos estados limites últimos dos elementos de betão armado é efetuada de acordo com as disposições da NP EN 1992-1-1:2010 e NP EN 1992-2:2008.

#### 8.3.2 ESTADOS LIMITES DE UTILIZAÇÃO

Em relação ao tabuleiro são verificados os seguintes estados:

- Estados Limites de Fendilhação;
- Estados Limites de Deformação.

##### 8.3.2.1 ESTADOS LIMITES DE FENDILHAÇÃO

De acordo com a cláusula 7.3.1 da NP EN 1992-2:2008, a verificação da segurança em relação ao estado limite de fendilhação considera-se satisfeita se o valor característico da largura de fendas, ao nível das armaduras mais tracionadas, não exceder os valores indicados no quadro seguinte:

TABELA 3 – VALORES MÁXIMOS DA LARGURA DE FENDAS EM FUNÇÃO DA CLASSE DE EXPOSIÇÃO

Classe de Exposição	Combinação de ações quase-permanente		Combinação frequente de ações
	Betão Armado	Betão Pré-esforçado	Betão Pré-esforçado
X0, XC1	0,3	0,3	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	Descompressão	0,2
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3	0,3	Descompressão	Descompressão

##### 8.3.2.2 ESTADOS LIMITES DE DEFORMAÇÃO

De acordo com a cláusula A2.4.2 do anexo A2 da EN 1990:2005, a verificação dos estados limites de deformação e vibração para pontes rodoviárias é necessária apenas em casos especiais. Ainda assim, foi

estabelecido o critério de forma a garantir que a flecha a longo prazo (após fluência), calculada para combinações frequentes de ações, não exceda  $L / 400$ .

### 8.3.3 VERIFICAÇÃO DA SEGURANÇA DAS FUNDAÇÕES

Na verificação da segurança das fundações utiliza-se a NP EN 1997-1:2010 (EC7), juntamente com a NP EN 1998-5:2010.

É verificado o estado limite último de rotura interna dos elementos de fundação ou rotura do terreno (STR/GEO), comparando os valores de cálculo dos efeitos das ações ( $E_d$ ) com os valores de cálculo das capacidades resistentes ( $R_d$ ):

$$E_d \leq R_d$$

Conforme estabelecido no Anexo Nacional do EC7, adotou-se a Abordagem de Cálculo 1.

Lisboa, 15 de dezembro de 2023

**EDGAR CARDOSO, LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS LDA**